

BOILING COOLING SYSTEM

Patent number:	JP2001349681
Publication date:	2001-12-21
Inventor:	TAZAKI YUTAKA
Applicant:	NISSAN MOTOR
Classification:	
- international:	F28D15/02; F28D15/06; H01M8/00; H01M8/04
- european:	
Application number:	JP20000166993 20000605
Priority number(s):	JP20000166993 20000605

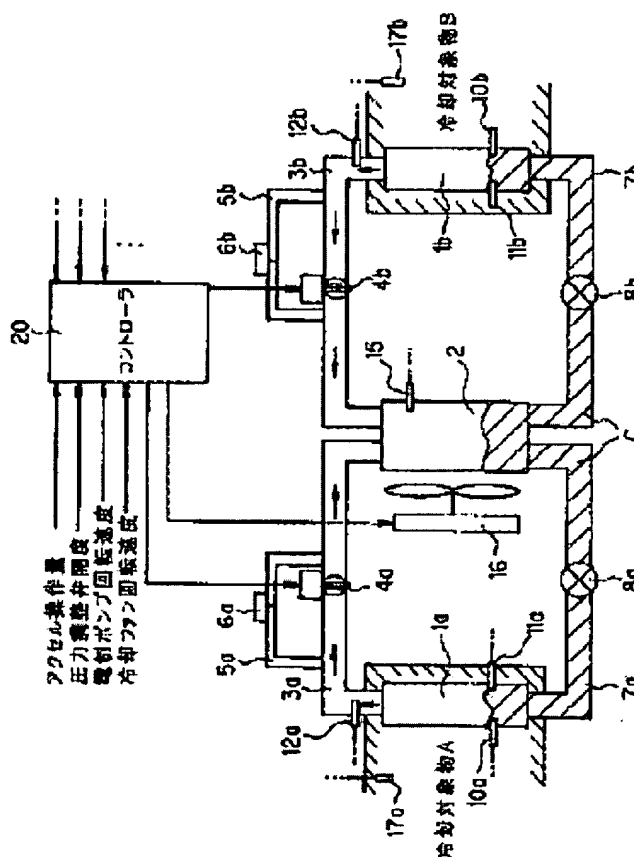
Report a data error here

Abstract of JP2001349681

PROBLEM TO BE SOLVED: To simplify a system by employing only one condenser for cooling a plurality of cooling objects having different demanded cooling characteristics.

SOLUTION: The boiling cooling system comprises an evaporator 1a provided for a cooling object A, an evaporator 1b provided for a cooling object B, and one condenser 2 for cooling to liquefy gas-phase refrigerants from the evaporators 1a, 1b wherein a controller 20 regulates the pressure at the gas-phase parts of the evaporators 1a, 1b by controlling the opening of pressure regulation valves 4a, 4b.

Since the temperature of the cooling objects A, B can be controlled independently, demanded cooling characteristics of the cooling objects A, B can be satisfied respectively using one condenser.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-349681

(P 2001-349681 A)

(43) 公開日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 2 8 D 15/02	1 0 1	F 2 8 D 15/02	K 5H027
	15/06		1 0 1 K
H 0 1 M 8/00		H 0 1 M 8/00	Z
	8/04		T
		F 2 8 D 15/02	1 0 5 D
審査請求 未請求 請求項の数 1 3	O L		(全 1 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-166993 (P2000-166993)

(22) 出願日 平成12年6月5日 (2000. 6. 5)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 田崎 豊

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜 (外1名)

F ターム (参考) 5H027 BA01 BA16 BC11 DD00 DD02

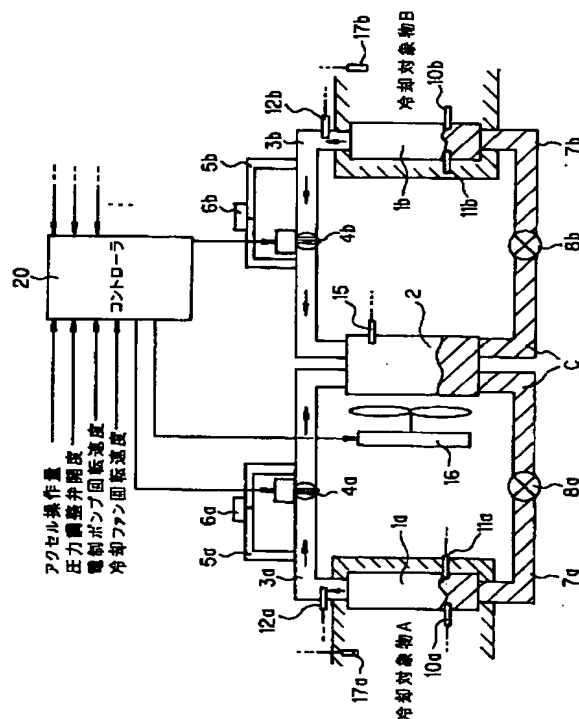
KK08 KK11 KK46 MM16

(54) 【発明の名称】 沸騰冷却システム

(57) 【要約】

【課題】 要求冷却特性が異なる複数の冷却対象物を冷却する場合に凝縮器を一つにし、システムを簡素化する。

【解決手段】 沸騰冷却システムは、冷却対象物Aに対して設けられた蒸発器1aと、冷却対象物Bに対して設けられた蒸発器1bと、蒸発器1aで気相となった冷媒及び蒸発器1bで気相となった冷媒を冷却して液化する一つの凝縮器2とを備え、コントローラ20は圧力調整弁4a、4bの開度を制御することによって蒸発器1aの気相部圧力と蒸発器1bの気相部圧力をそれぞれ調整する。これによって冷却対象物A、Bの温度をそれぞれ独立して制御することができ、凝縮器が一つであっても冷却対象物A、Bのそれぞれの要求冷却特性を満たすことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】要求温度特性の異なる第 1 の冷却対象物と第 2 の冷却対象物を冷却するための沸騰冷却システムにおいて、

前記第 1 の冷却対象物に対して設けられた第 1 の蒸発器と、

前記第 2 の冷却対象物に対して設けられた第 2 の蒸発器と前記第 1 の蒸発器で気相となった冷媒と前記第 2 の蒸発器で気相となった冷媒とを冷却液化する一つの凝縮器と、

前記第 1 の蒸発器の気相部圧力と前記第 2 の蒸発器の気相部圧力をそれぞれ独立して調整する気相部圧力調整手段と、を備えたことを特徴とする沸騰冷却システム。

【請求項 2】前記第 1 の蒸発器と凝縮器とを連通する通路にバルブを備え、

前記気相部調整制御手段は、前記バルブの開度を制御することで前記第 1 の蒸発器の気相部圧力を調整することを特徴とする請求項 1 に記載の沸騰冷却システム。

【請求項 3】前記第 1 の冷却対象物の温度を検出する手段を備え、

前記気相部圧力調整手段は、検出された冷却対象物温度に応じて前記バルブの開度を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の沸騰冷却システム。

【請求項 4】前記第 1 の蒸発器とバルブの間の気相部圧力を検出する手段を備え、

前記気相部圧力調整手段は、検出された気相部圧力に応じて前記バルブの開度を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の沸騰冷却システム。

【請求項 5】前記バルブの上流側と下流側との圧力差を検出する手段を備え、

前記気相部圧力調整手段は、前記検出された圧力差に応じて前記バルブの開度を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の沸騰冷却システム。

【請求項 6】前記バルブと凝縮器の間に前記バルブ側から凝縮器側への流れのみを許容する一方向弁を設けたことを特徴とする請求項 2 に記載の沸騰冷却システム。

【請求項 7】一方向弁が設けられる前記第 1 の冷却対象物の制御温度範囲が前記第 2 の冷却対象物の制御温度範囲よりも狭いことを特徴とする請求項 6 に記載の沸騰冷却システム。

【請求項 8】前記バルブと凝縮器の間に負圧を導入する手段を備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の沸騰冷却システム。

【請求項 9】前記第 1 の蒸発器と凝縮器とを連通する通路に設けられた冷媒蒸気を過熱する手段及び過熱蒸気によって回転するタービンと、

前記タービンに接続された回転電機と、を備え、

前記気相部圧力調整手段は、前記タービンの回転速度を前記回転電機を用いて制御することで前記第 1 の蒸発器の気相部圧力を調整することを特徴とする請求項 1 に記

載の沸騰冷却システム。

【請求項 10】燃料電池スタックと電機部品を備えた燃料電池車に適用され、

前記第 1 の冷却対象物を前記燃料電池スタックとし、前記第 2 の冷却対象物を前記電機部品としたこと特徴とする請求項 9 に記載の沸騰冷却システム。

【請求項 11】前記冷媒蒸気を過熱する手段は、改質器触媒燃焼器の排ガスの熱エネルギーを用いて冷媒蒸気を過熱することを特徴とする請求項 10 に記載の沸騰冷却システム。

【請求項 12】前記燃料電池スタックの空気極に供給する空気を加圧するコンプレッサを前記タービンで駆動することを特徴とする請求項 10 に記載の沸騰冷却システム。

【請求項 13】前記コンプレッサの回転速度が目標とする回転速度となるように前記回転電機をモータあるいは発電機として使用することを特徴とする請求項 12 に記載の沸騰冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は沸騰冷却システムに関する。

【0002】

【従来の技術】冷媒の気化熱を利用して対象物の冷却を行う沸騰冷却システムが提案されている（特開平6-88523号等）。このようなシステムにおいては、冷媒が蒸発するときに冷媒が冷却対象物から熱を大量に吸収することから、冷媒を液相のまま循環させる一般的な冷却方式に比べて高い冷却効果が期待できる。

【0003】

【発明が解決しようとしている問題点】このようなシステムにおいては、冷却対象物から熱を吸収して気化した冷媒は、凝縮器において冷却、液化され、ポンプ等で冷却対象物に対応して設けられる蒸発器に再び送り込まれる。

【0004】しかしながら、従来の沸騰冷却システムでは、要求冷却特性、例えば目標とする温度が異なる複数の対象物を冷却する場合、各対象物の蒸発器に異なる温度の冷媒を供給する必要があり、冷却対象物の数に応じた数の凝縮器、冷却ファン等を備える必要があった。複数の凝縮器、冷却ファンを設けることはシステムの複雑化、製造コスト増の原因となる。

【0005】本発明は、かかる従来技術の技術的課題を鑑みてなされたもので、要求冷却特性が異なる複数の冷却対象物を冷却する場合に凝縮器を一つにし、システムを簡素化することを目的とする。

【0006】

【問題点を解決するための手段】第 1 の発明は、要求温度特性の異なる第 1 の冷却対象物と第 2 の冷却対象物を冷却するための沸騰冷却システムにおいて、第 1 の冷却

対象物に対して設けられた第 1 の蒸発器と、第 2 の冷却対象物に対して設けられた第 2 の蒸発器と、第 1 の蒸発器で気相となった冷媒と第 2 の蒸発器で気相となった冷媒とを冷却液化する一つの凝縮器と、第 1 の蒸発器の気相部圧力と第 2 の蒸発器の気相部圧力をそれぞれ独立して調整する気相部圧力調整手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0007】第 2 の発明は、第 1 の発明において、第 1 の蒸発器と凝縮器とを連通する通路にバルブを備え、気相部圧力調整手段がバルブの開度を制御することで第 1 の蒸発器の気相部圧力を調整することを特徴とするものである。

【0008】第 3 の発明は、第 2 の発明において、第 1 の冷却対象物の温度を検出する手段を備え、気相部圧力調整手段が検出された冷却対象物温度に応じてバルブの開度を制御することを特徴とするものである。

【0009】第 4 の発明は、第 2 の発明において、第 1 の蒸発器とバルブの間の気相部圧力を検出する手段を備え、気相部圧力調整手段が検出された気相部圧力に応じてバルブの開度を制御することを特徴とするものである。

【0010】第 5 の発明は、第 2 の発明において、バルブの上流側と下流側との圧力差を検出する手段を備え、気相部圧力調整手段が、検出された圧力差に応じてバルブの開度を制御することを特徴とするものである。

【0011】第 6 の発明は、第 2 の発明において、バルブと凝縮器の間にバルブ側から凝縮器側への流れのみを許容する一方向弁を設けたことを特徴とするものである。

【0012】第 7 の発明は、第 6 の発明において、一方向弁が設けられる第 1 の冷却対象物の制御温度範囲が第 2 の冷却対象物の制御温度範囲よりも狭いことを特徴とするものである。

【0013】第 8 の発明は、第 2 の発明において、バルブと凝縮器の間に負圧を導入する手段を備えたことを特徴とするものである。

【0014】第 9 の発明は、第 1 の発明において、記第 1 の蒸発器と凝縮器とを連通する通路に設けられた冷媒蒸気を過熱する手段及び過熱蒸気によって回転するタービンと、タービンに接続された回転電機とを備え、気相部圧力調整手段が、タービンの回転速度を回転電機を用いて制御することで第 1 の蒸発器の気相部圧力を調整することを特徴とするものである。

【0015】第 10 の発明は、第 9 の発明を燃料電池スタックと電機部品を備えた燃料電池車に適用し、第 1 の冷却対象物を燃料電池スタックとし、第 2 の冷却対象物を電機部品としたこと特徴とするものである。

【0016】第 11 の発明は、第 10 の発明において、冷媒蒸気を過熱する手段が改質器で発生する一酸化炭素を処理する触媒燃焼器の排ガスの熱エネルギーを用いて冷

媒蒸気を過熱することを特徴とするものである。

【0017】第 12 の発明は、第 10 の発明において、燃料電池スタックの空気極に供給する空気を加圧するコンプレッサをタービンで駆動することを特徴とするものである。

【0018】第 13 の発明は、第 12 の発明において、コンプレッサの回転速度が目標とする回転速度となるように回転電機をモータあるいは発電機として使用することを特徴とするものである。

【0019】

【作用及び効果】要求冷却特性の異なる複数の冷却対象物を冷却する場合、従来は各冷却対象物の蒸発器毎に凝縮器を設ける必要があったが、本発明に係る沸騰冷却システムでは、各冷却対象物の温度は蒸発器の気相部圧力を調整することによって行われるので、各蒸発器に異なる温度の冷媒を供給する必要がなくなり、凝縮器、冷却ファン等を各蒸発器で共有することができる（第 1 の発明）。これにより、複数の凝縮器を設ける従来のシステムに比べてシステム構成を簡素化でき、製造コストを低減することができる。

【0020】気相部圧力の調整は、例えば、蒸発器と凝縮器とを連通する通路に設けられたバルブ（バタフライバルブ、ソレノイドバルブ等）の開度（またはデューティ比）を制御することによって行われる（第 2 の発明）。これにより、例えば冷却対象物の温度が高いときにはバルブ開度を大側に制御し、蒸発器の気相部圧力を下げれば、蒸発器における冷媒の気化が促進され、冷却対象物の温度を下げるができる（第 3 の発明）。

【0021】あるいは、気相部圧力は冷却対象物の温度に対応して変化することから、気相部圧力に応じてバルブ開度を制御し、冷却対象物の温度を制御するようにしてもよい（第 4 の発明）。

【0022】また、バルブの上流側と下流側との圧力差が小さいときは冷媒の循環速度が遅くなり、冷却対象物の温度が目標温度に到達するまでに時間がかかるが、バルブ開度を圧力差に応じて補正するようにすれば、圧力差が小さいときであっても冷却対象物の温度を速やかに目標温度に近づけることができる（第 5 の発明）。

【0023】また、バルブと凝縮器の間に一方向弁を設ければ、他方の冷却対象物の温度が高温となってその蒸発器から凝縮器内に高圧の冷媒蒸気が流れ込み、凝縮器内の圧力が高くなっても、それがバルブと一方向弁の間に流れ込むのを防止することができる（第 6 の発明）。これにより、バルブの上流側と下流側の圧力差を常に大きく保つことができ、冷却対象物を速やかに目標温度に近づけることが可能となる。なお、このような一方向弁は、好ましくは、冷却対象物の制御温度範囲が狭く、速やかに目標温度に近づける必要がある方に設けられる（第 7 の発明）。

【0024】また、バルブと凝縮器の間に真空タンク等

の負圧導入手段を設ければ、冷却対象物の温度を速やかに目標温度に近づける必要がある場合はバルブの下流側に負圧を導入し、バルブの上流側と下流側の圧力差を大きくすることができる（第 8 の発明）。

【0025】なお、蒸発器の気相部圧力の調整は、蒸発器と凝縮器の間に蒸気を過熱する手段と、タービンとを設け、タービンの回転速度を回転電機を用いて制御することによっても可能である（第 9 の発明）。

【0026】さらに、このような沸騰冷却システムは例えば燃料電池車（FCV）に適用することができ、この場合、第 1 の冷却対象物を燃料電池スタック、第 2 の冷却対象物を駆動用モータ等の電機部品とすることができる（第 10 の発明）。

【0027】また、燃料電池車に適用した場合、タービンを駆動するための過熱蒸気を、改質器触媒燃焼器の排ガスの熱エネルギーを用いて生成するようにすれば、システムの効率を高めることができる（第 11 の発明）。

【0028】さらに、燃料電池スタックの空気極に送る空気を加圧するコンプレッサを蒸気圧力調整用のタービンで駆動するようにすれば、コンプレッサの駆動エネルギーが不要になり（第 12 の発明）、また、コンプレッサの回転速度制御を上記タービンに接続された回転電機を用いて行えば、システムの効率をさらに高めることができる（第 13 の発明）。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づき本発明の実施の形態について説明する。

【0030】図 1 は本発明に係る沸騰冷却システムの概略構成を示したものである。この冷却システムは管理温度の異なる 2 つの冷却対象物 A 及び B を冷却するためのものであり、冷却対象物 A、B の内部（あるいはその近傍）にはそれぞれ蒸発器 1 a、1 b が設けられている。

【0031】蒸発器 1 a、1 b はそれぞれ連通管 3 a、3 b 及び連通管 7 a、7 b によって凝縮器 2 と接続されて閉じた系を構成し、冷媒 C が蒸発器 1 a、1 b と凝縮器 2 との間を相変化しながら循環するようになっている。

【0032】ここで蒸発器 1 a の気相側と凝縮器 2 の気相側とを接続する連通管 3 a には圧力調整弁 4 a と、それをバイパスするバイパス通路 5 a とが設けられており、バイパス通路 5 a にはリリーフバルブ 6 a が設けられている。また、蒸発器 1 a の液相側と凝縮器 2 の液相側とを接続する連通管 7 a には凝縮器 2 から蒸発器 1 a に冷媒 C を送る量を制御する電制ポンプ 8 a が設けられている。

【0033】同様に、蒸発器 1 b の気相側と凝縮器 2 の気相側とを接続する連通管 3 b には圧力調整弁 4 b、バイパス通路 5 b が設けられており、バイパス通路 5 a にはリリーフバルブ 6 b が設けられている。また、蒸発器 1 b の液相側と凝縮器 2 の液相側とを接続する連通管 7

b には電制ポンプ 8 b が設けられている。

【0034】また、蒸発器 1 a、1 b には蒸発容器の壁温を検出するための壁温センサ 10 a、10 b、冷媒の液面レベルを検出する液面センサ 11 a、11 b が設けられており、液面センサ 11 a、11 b は液面レベルが所定レベルに達すると ON 信号を出力する。

【0035】また、蒸発器 1 a と圧力調整弁 4 a の間、蒸発器 1 b と圧力調整弁 4 b の間にはそれぞれ蒸発器 1 a、1 b の気相部分の圧力（圧力調整弁 4 a、4 b の上流側圧力）を検出するための圧力センサ 12 a、12 b が設けられており、凝縮器 2 には気相部分の圧力（圧力調整弁 4 a、4 b の下流側圧力）を検出する圧力センサ 15 と、凝縮器 2 を冷却するための冷却ファン 16 が設けられている。さらに、冷却対象物 A、B にはそれぞれ対象物の温度を検出する温度センサ 17 a、17 b が設けられている。

【0036】コントローラ 20 はマイクロプロセッサ、メモリ、入出力インターフェース等で構成され、上記壁温センサ 10 a、10 b、液面センサ 11 a、11 b、圧力センサ 12 a、12 b、15、温度センサ 17 a、17 b からの信号の他、アクセル操作量信号、圧力調整弁 4 a、4 b の開度信号、電制ポンプ 8 a、8 b の回転速度信号、冷却ファン 16 の回転速度信号等が入力される。コントローラ 20 は、これら各種信号に基づき冷却対象物 A、B の冷却状態をそれぞれ判断し、冷却対象物 A、B の温度が目標温度となるように圧力調整弁 4 a、4 b、電制ポンプ 8 a、8 b 等を制御する。

【0037】具体的には、コントローラ 20 は、液面センサ 11 a の出力に基づき電制ポンプ 8 a を制御して蒸発器 1 a の液面レベルを一定に制御する。さらに、温度センサ 17 a の出力に基づき対象物 A の温度が目標温度よりも低いと判断したときは圧力調整弁 4 a の開度を大きくして蒸発器 1 a の気相部の圧力を下げ、冷媒の気化を促進して対象物 A の温度を低下させる。逆に、対象物 A の温度が目標温度よりも高いと判断したときは圧力調整弁 4 a の開度を絞って蒸発器 1 a の気相部分の圧力を上昇させ、冷媒の気化を抑制して対象物 A の温度を上昇させる。

【0038】冷却対象物 B に関しても同様の制御が行われ、コントローラ 20 は液面センサ 11 b の出力に基づき蒸発器 1 b の液面レベルを制御するとともに、温度センサ 17 b の出力に基づき圧力調整弁 4 b の開度を調節し、対象物 B の温度を目標温度に制御する。

【0039】図 2 はコントローラ 20 が行う温度制御の内容を示したフローチャートである。これは冷却対象物 A の温度を目標温度に制御するためのものであるが、冷却対象物 B についても同様の温度制御が行われるものとする。

【0040】これについて説明すると、まず、ステップ S1 ではシステムの運転状態（液面センサ 11 a の出力、

対象物 A の温度 T_a 及び圧力調整弁 4 a の開度 θ_a) が読み込まれる。

【0041】次に、ステップ S 2 から S 4 では液面センサ 11 a が ON か否かが判断される。そして、センサ 11 a が ON の時は液面レベルを低下させるべく電制ポンプ 8 a を停止させ (S 4)、逆に OFF の時は液面レベルを上昇させるべく電制ポンプ 8 b を駆動し (S 3)、蒸発器 1 a における液面レベルが一定に保たれるようにする。

【0042】ステップ S 5 では対象物 A の温度 T_a と目標温度 T_{0a} との温度差 ΔT_a が演算され、ステップ S 6 では温度差 ΔT_a の大きさが所定値 $d T t h a$ 以上か否かが判断される。判断の結果、温度差 ΔT_a の大きさが所定値 $d T t h a$ 以上の場合は対象物温度 T_a と目標温度 T_{0a} のずれが大きいののでステップ S 7 以降に進み、対象物温度 T_a を目標温度 T_{0a} に近づけるべく圧力調整弁 4 a の開度調整を行う。

【0043】ステップ S 7 では温度差 ΔT_a の大きさに基づき図 3 に示すテーブルを参照して開度補正量 $\Delta \theta_a$ が演算され、温度差 ΔT_a がゼロよりも大きい場合、即ち対象物温度 T_a が目標温度 T_{0a} よりも高い場合はステップ S 9 に進んで圧力調整弁 4 a の開度が大側に補正される。これに対し、温度差 ΔT_a がゼロよりも小さい場合、即ち対象物の温度 T_a が目標温度 T_{0a} よりも低い場合はステップ S 10 に進んで圧力調整弁 4 a の開度が小側に補正される。

【0044】なお、ステップ S 6 で温度差 ΔT_a が所定値 $d T t h a$ よりも小さいと判断された場合は冷却対象物の温度 T_a が目標温度 T_{0a} 近傍にあるので、ステップ S 11 に進んで前回の圧力調整弁開度 θ_a を維持する。

【0045】次に、このような制御を行うことによる作用について説明する。

【0046】この実施形態においては、冷却対象物の冷却は蒸発器 (1 a、1 b) における冷媒の気化熱を利用して行われるので、冷却対象物の冷却効果は蒸発器内における冷媒の気化のし易さに左右される。すなわち、冷媒が気化しやすいときはそれだけ多くの気化熱が対象物から奪われるので冷却効果は高まり、逆に気化しにくいときは対象物から奪われる気化熱が少なくなるので冷却効果は低くなる。

【0047】そのため、本発明では冷却対象物の温度が目標温度よりも高いときは圧力調整弁 (4 a、4 b) が開かれ、蒸発器における圧力を下げて気化が促進され、逆に目標温度よりも低いときは圧力調整弁が開かれ、蒸発器における圧力を上昇させて冷媒の気化が抑制される。

【0048】この結果、冷却対象物を目標温度に制御することができるが、冷却対象物の温度制御は気相部分の圧力制御によって行われ、蒸発器に送られる冷媒の温度

とは関係なく行われるので、図 1 に示すように冷却対象物が A、B と複数あり、それらの目標温度が行っていても、凝縮器は冷却対象物 A、B で共通のものをを用いることができる。

【0049】このように、本発明を適用することによって凝縮器を一つにまとめることができるので、複数の凝縮器を設ける場合に比べてシステムを簡略化でき、製造にかかるコストも抑えることもできる。特に、本システムを車両に適用する場合にはシステムの容積が小さくなることから搭載性の点で有利である。

【0050】さらに、凝縮器を一つにまとめた場合、冷却対象物それぞれに凝縮器を設けた場合に比べて凝縮器に必要なとされる容量を小さくできるという利点もある。すなわち、凝縮器を対象物毎に設けた場合、凝縮器はそれぞれ対象物の最大放熱量に対応した容量を備えている必要があるが、凝縮器を一つにした場合は対象物の放熱量の和の最大値に対応した容量をもっていればよいので、図 4 に示すように各対象物の放熱量のピークとなる負荷がずれている場合は、冷却対象物それぞれに凝縮器を設けた場合に比べて凝縮器の全容量を小さくできる ($(A+B) \max \leq A \max + B \max$)。

【0051】なお、ここでは冷却対象物が 2 つの場合を示したが、冷却対象物が 3 つ以上の場合も同様の構成を採用することによって凝縮器を一つにまとめることができる。

【0052】また、ここでは圧力調整弁 4 a、4 b としてバタフライバルブが設けられているが、必要に応じてソレノイドバルブ等を設けることもできる。この場合はデューティ比を制御することによって気相部圧力を調整することになる。

【0053】さらに、ここでは検出された冷却対象物温度に基づき対象物温度が目標温度となるように温度制御を行っているが、圧力センサ 12 a、12 b で検出される蒸発器の気相部分の圧力に応じて温度制御を行うようにしてもよい。対象物温度が高いと気相部圧力が上昇し、逆に対象物温度が低いと気相部圧力が下降するので、圧力調整弁上流の圧力に応じて圧力調節弁 4 a、4 b の開度を制御しても、対象物温度を目標温度に制御することができる。

【0054】続いて、第 2 の実施の形態について説明する。

【0055】この実施形態は圧力調整弁の開度補正量の演算方法が第 1 の実施形態と異なる。以下、第 1 の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0056】図 5 はコントローラ 20 が行う温度制御の内容を示したフローチャートで、図 2 に示したものに代えて実行される。ここでは冷却対象物 A の温度制御についてのみ示すが、冷却対象物 B についても同様の温度制御が行われる。

【0057】各ステップにおける処理について説明する

と、まず、ステップS21では先の実施形態同様に運転状態が読み込まれるが、ここでは液面センサ11aの出力、対象物Aの温度 T_a 及び圧力調整弁4aの開度 θ_a に加え、圧力調整弁4aの上流側の圧力 P_{ua} 、下流側の圧力 P_{da} も読み込まれる。そして、ステップS22からS24では液面センサ11aの出力に基づき電制ポンプ8aが制御され、蒸発器1aにおける液面レベルが一定に保たれる。

【0058】ステップS25では対象物Aの温度 T_a とその目標温度 T_{0a} の温度差 ΔT_a が演算され、ステップS26では温度差 ΔT_a と所定値 dT_{tha} の比較が行われる。そして、温度差 ΔT_a が所定値 dT_{tha} を越えている場合はステップS27以降に進み圧力調整弁4aの開度が制御されるが、この際、上記温度差 ΔT_a に加えて圧力調整弁4aの上流側と下流側の圧力差 $\Delta P_a (=P_{ua}-P_{da})$ も考慮して圧力調整弁開度 θ_a の補正量 $\Delta \theta_a$ が演算される(ステップS7)。

【0059】具体的には、補正量 $\Delta \theta_a$ は温度差 ΔT_a と圧力差 ΔP_a に基づき図6に示すマップを参照して演算され、温度差 ΔT_a が大きくなるほど、また圧力差 ΔP_a が小さくなるほど補正量 $\Delta \theta_a$ として大きな値が演算され、それに基づき圧力調整弁4aの開度が制御される(ステップS28からS30)。

【0060】したがって、この実施形態においても、先の実施形態と同様に、冷却対象物の温度が目標温度よりも高いときは圧力調整弁(4a、4b)が閉じられ、逆に、目標温度よりも低いときは圧力調整弁が開かれ、冷却対象物の温度が制御されるのであるが、圧力調整弁の上流側と下流側の圧力差が小さいときは圧力調整弁が大きく開かれる。これにより、圧力差が小さい場合であっても冷媒の循環量が増大され、冷却対象物の温度を目標値に速やかに近づけることができる。

【0061】また、図7は第3の実施形態を示したものである。

【0062】この実施形態は、圧力調整弁4aの下流側に、上流から下流への流れのみを許容する一方向弁30aが設けられている点で第1の実施形態と相違する。

【0063】このような一方向弁30aを設けることにより、冷却対象物Bが高温となって蒸発器1bで大量の蒸気が発生し、凝縮器2の内部が高圧になったとしても、その高圧が圧力調整弁4aと一方向弁30aとの間に流れ込むことは無くなり、圧力調整弁4aと一方向弁30aとの間を低圧に維持することが可能となる。これにより、圧力調整弁4aの上流と下流の圧力差 ΔP を常に大きくとることができ、冷却対象物Aの温度をより早く目標温度に到達させることが可能となる。

【0064】なお、この一方向弁は冷却対象物の温度許容幅(図2における dT_{tha})が小さい側(ここでは対象物A側)に設けられるが、対象物A、Bの両側に設けるようにしてもよい。

【0065】また、図8は第4の実施形態を示したものである。

【0066】この実施形態は、負圧源(例えばエンジンの吸気管)に接続された真空タンク31と、負圧導入弁32とを備え、負圧導入弁32を開くことによって圧力調整弁4aとチェックバルブ30aとの間に負圧を導入可能にした点で第3の実施形態と相違する。

【0067】このような負圧導入手段を圧力調整弁4aの下流に設けることにより、急激な負荷上昇などにより冷却対象物を素早く冷却する必要があるときには、負圧導入弁32を開いて負圧を導入すれば、圧力調整弁4a前後の圧力差 ΔP が大きくなり、冷却対象物Aの温度をより早く目標温度に到達させることができる。

【0068】また、図9は第5の実施形態を示したものである。

【0069】この実施形態は、第1の実施形態における圧力調整弁4aに代えて冷媒蒸気を受けて回転するタービン35と、そのタービン35を回転速度制御するための回転電機36とを備え、さらに、タービン35の上流側に蒸発器1aからの飽和蒸気を過熱して過熱蒸気とするための過熱装置37を備えている点で相違する。

【0070】このような構成としても、回転電機36を用いてタービン35の回転速度を調節することによって蒸発器1aの気相部分の圧力を調節することができるので、先の実施形態同様に冷却対象物の温度を制御することができる。

【0071】なお、この場合、凝縮器2の圧力が高くなるので冷却対象物B側に一方向弁30bが設けられる。また、この構成は蒸発器の発熱量が大きい側(ここでは冷却対象物A側)に採用されるが、対象物A、Bの両方でこの構成としても良い。

【0072】また、図10は図9に示したシステムをメタノール改質式燃料電池車(FCV)に適用した例を示したものである(第6の実施形態)。図9に示したシステムに対応する構成要素には同一の引用番号を付してある。

【0073】この車両においては、改質器41においてメタノールを改質して得られる水素を、複数の燃料電池セルからなる燃料電池スタック42の燃料極43に供給するとともに、燃料電池スタック42の空気極44に空気を供給することで発電が行われ、この発電された電力によって電機モータ(モータ/発電機)45が駆動される。改質の過程で発生する一酸化炭素は触媒改質器47において浄化される。

【0074】ここでは図9に示したシステムにおける冷却対象物A、Bをそれぞれ燃料電池スタック42と、電気モータ45及びそれを制御するパワー制御ユニット46とし、運転時に高温となるこれらの冷却を行っている。コントローラ20はそれらの温度が運転条件に応じて設定される目標温度となるように、それぞれタービン

回転速度、圧力調整弁開度を制御する。

【0075】また、タービン35を駆動するための過熱蒸気は、燃料電池スタック42の発熱により飽和状態となった冷媒を、触媒燃焼器47により排気される高温の排気ガスで過熱し生成される（過熱装置37に相当）。

【0076】また、燃料電池スタック42は高圧で運転されるほど効率がよいことから、空気極44へ供給される空気はコンプレッサ50によって加圧されるが、コンプレッサ50をタービン35と同軸的に設け、タービン35によって駆動する構成とすれば、コンプレッサ50を

駆動する手段が不要になり、また、コンプレッサ50に動エネルギーを供給する必要も無いので、熱効率を向上させることができる。

【0077】なお、基本的に燃料電池スタック42の発熱量とコンプレッサ50の要求供給空気量（目標回転速度）は比例関係にあるが、回転電機36をOFFとした場合の負荷過渡条件においては、目標回転速度と実回転速度との間にタイムラグや過不足が生じてしまう。そこで、図11に示すように回転電機36をモータあるいは発電機として使用し、コンプレッサ50の回転速度を目標とする回転速度に制御するようにすれば、システムの効率をさらに高めることができる。

【0078】図12はこの場合にコントローラ20が行う回転電機の切り換え制御の内容を示したものである。これによれば、回転電機36の回転速度Nと目標回転速度N0の速度差 ΔN が許容変動幅cよりも大きいかが判断され（S51からS53）、大きいと判断された場合は速度差 ΔN の正負に応じて回転電機36の機能がモータあるいは発電機に切り換えられ、速度差 ΔN が吸収される（S54からS56）。

【0079】以上本発明の実施の形態について説明したが、ここで示した構成は本発明が適用可能な構成の例を示したものに過ぎず、本発明の範囲を限定するものではない。本発明は要求冷却特性が異なる複数の冷却対象物を冷却する沸騰冷却システムに対して広く適用することができ、システムの簡素化、低コスト化といった効果が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る沸騰冷却システムの概略構成図である。

【図2】温度制御の内容を示したフローチャートであ

る。

【図3】圧力調整弁の開度補正量を算出するためのマップである。

【図4】凝縮器を各蒸発器毎に設けた場合、凝縮器を一つにまとめた場合それぞれについて凝縮器に必要とされる容量を示した図である。

【図5】本発明の第2の実施形態を示したフローチャートである。

【図6】第2の実施形態において圧力調整弁の開度補正量を算出するためのマップである。

【図7】本発明の第3の実施形態の概略構成図である。

【図8】本発明の第4の実施形態の概略構成図である。

【図9】本発明の第5の実施形態の概略構成図である。

【図10】本発明の第6の実施形態の概略構成図である。

【図11】回転電機の制御内容を説明するための図である。

【図12】回転電機の切り換え制御の内容を示したフローチャートである。

【符号の説明】

1 a、1 b 蒸発器

2 凝縮器

4 a、4 b 圧力調整弁

8 a、8 b 電制ポンプ

11 a、11 b 液面センサ

12 a、12 b 圧力センサ

15 圧力センサ

17 a、17 b 温度センサ

20 コントローラ

30 a、30 b 一方向弁

31 真空タンク

32 負圧導入弁

35 タービン

36 回転電機

37 過熱装置

41 改質器

42 燃料電池スタック

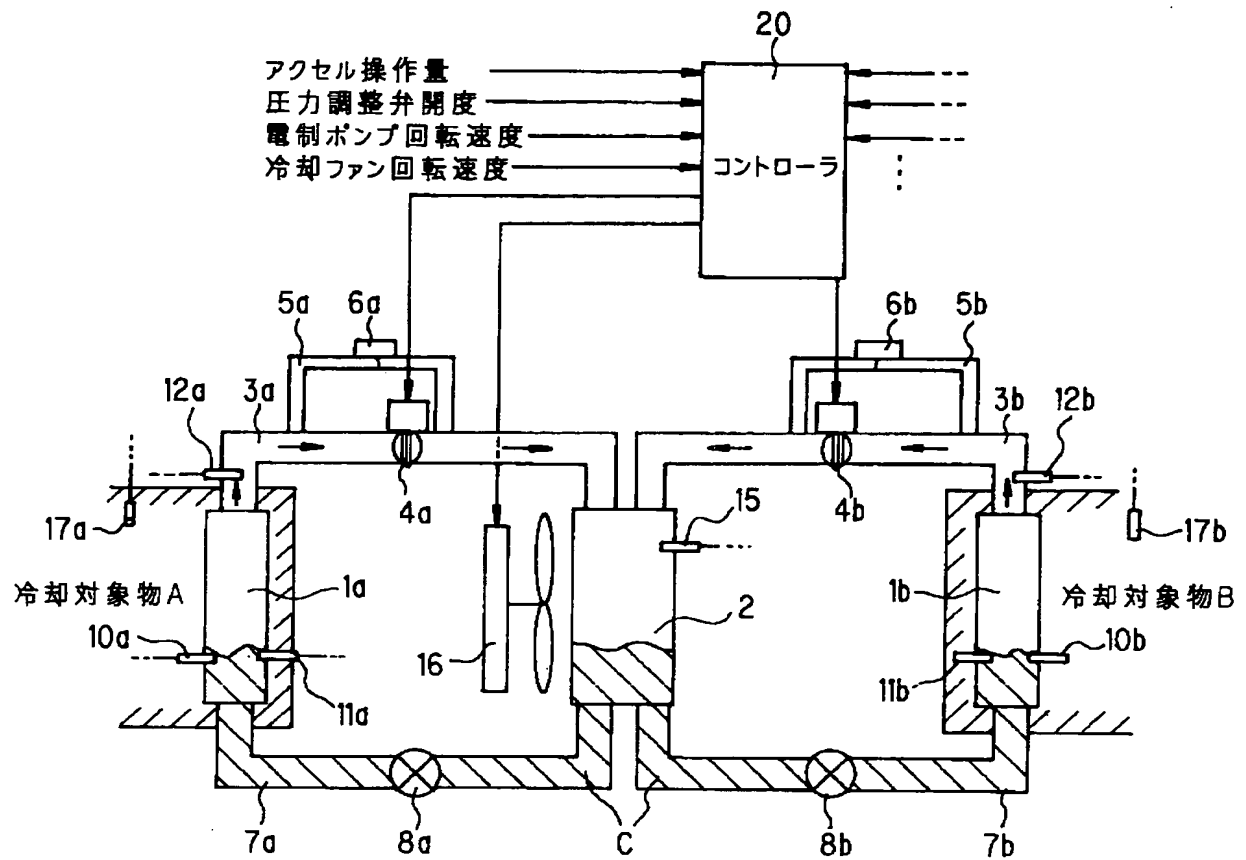
45 電気モータ

46 パワー制御ユニット

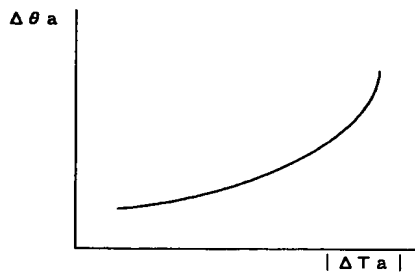
47 触媒燃焼器

50 コンプレッサ

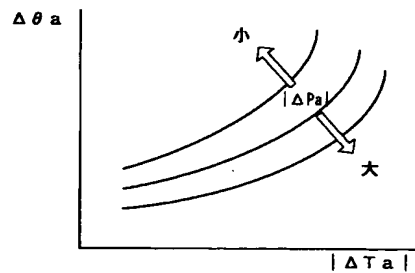
【図1】



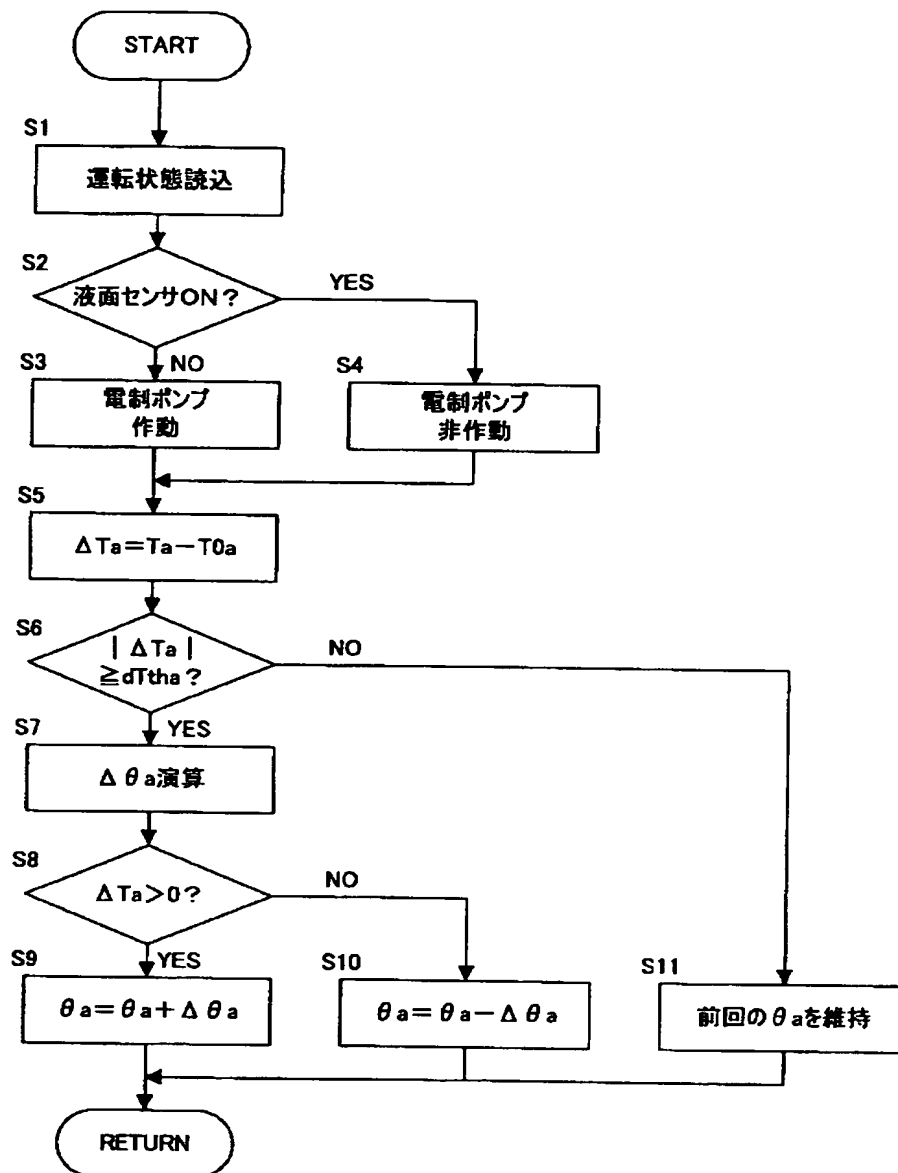
【図3】



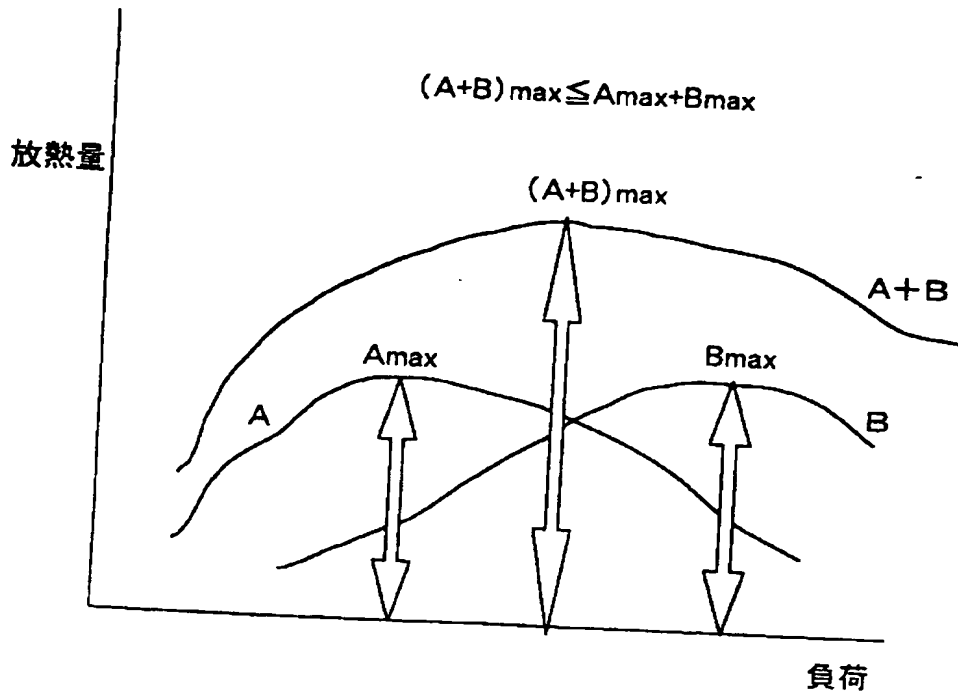
【図6】



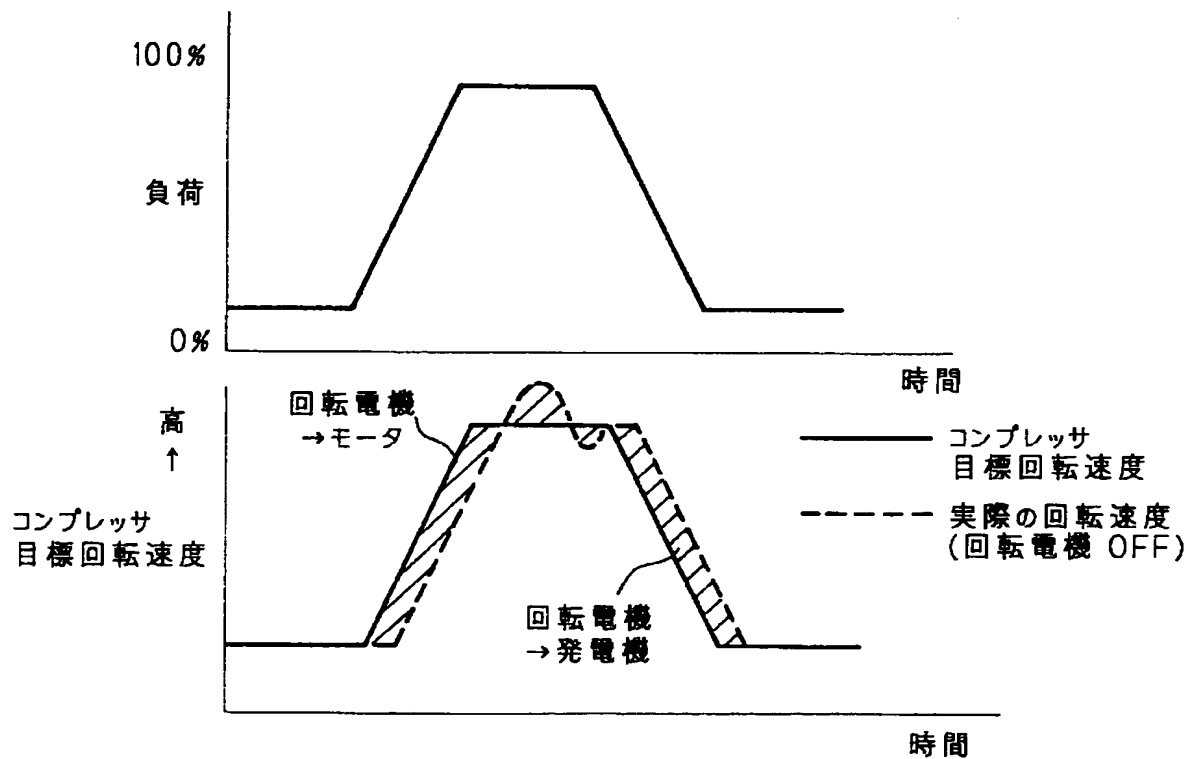
【図 2】



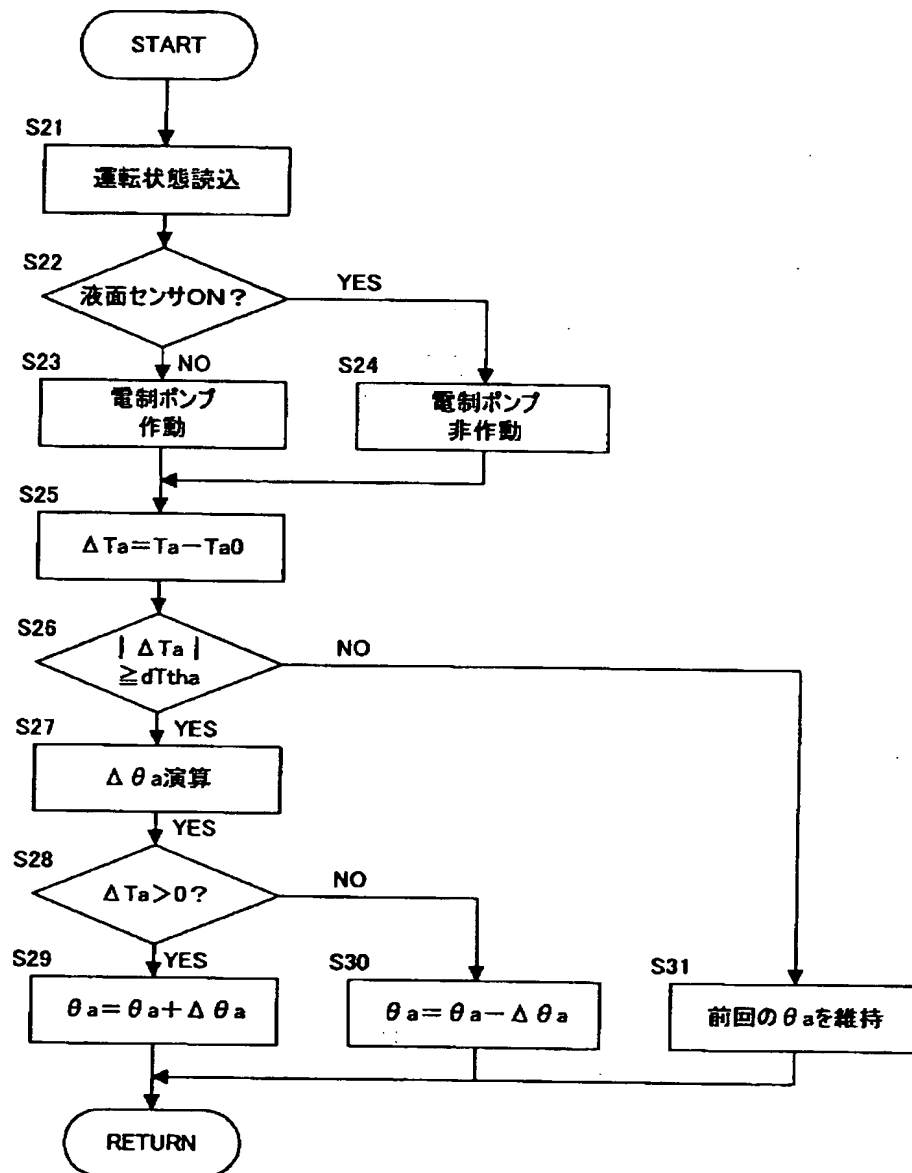
【図4】



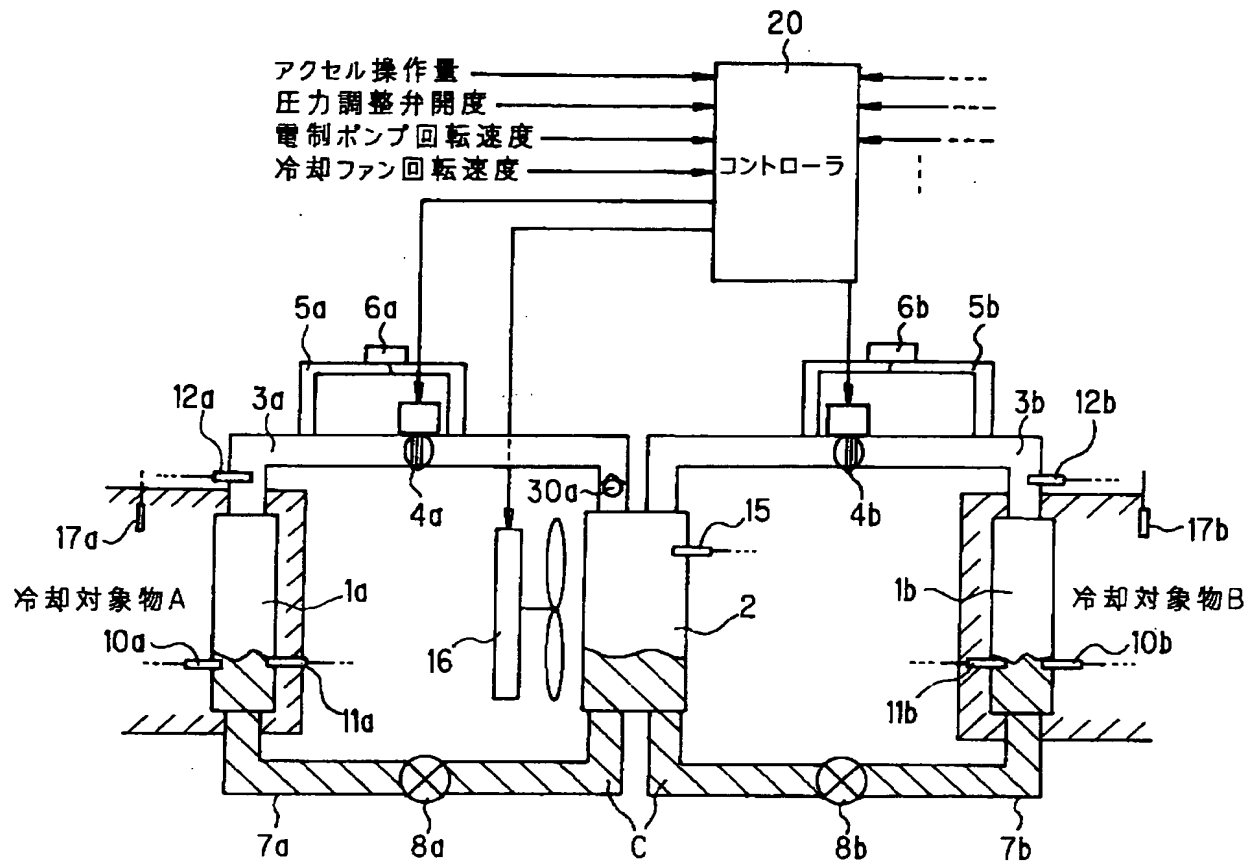
【図11】



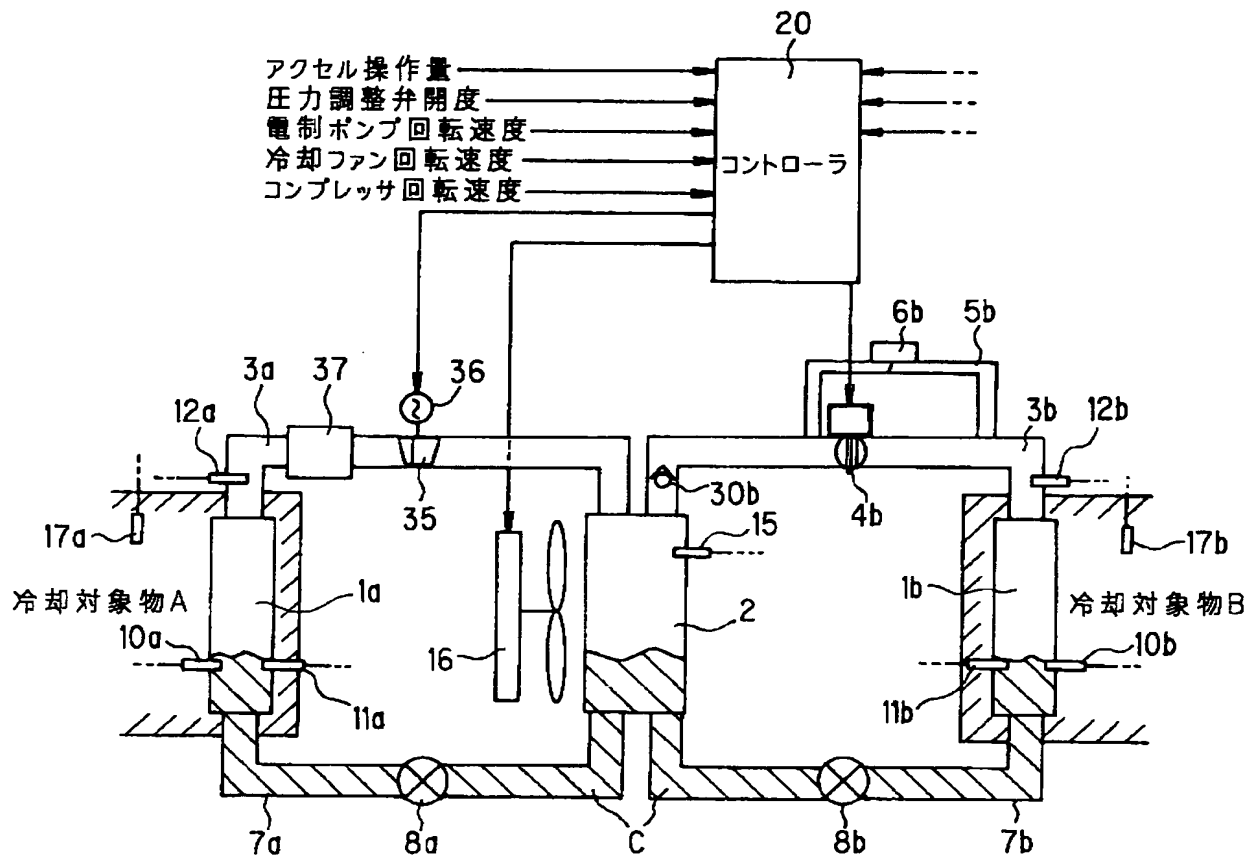
【図5】



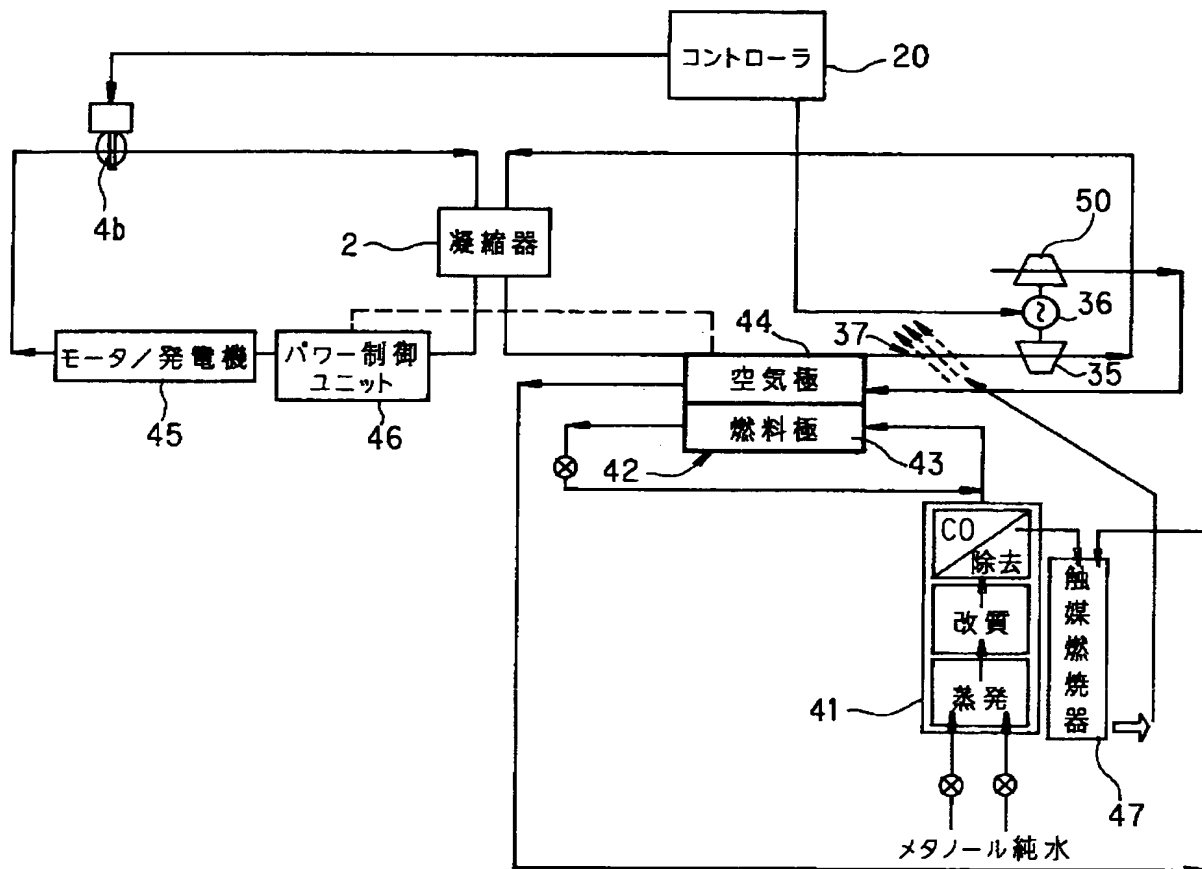
【図 7】



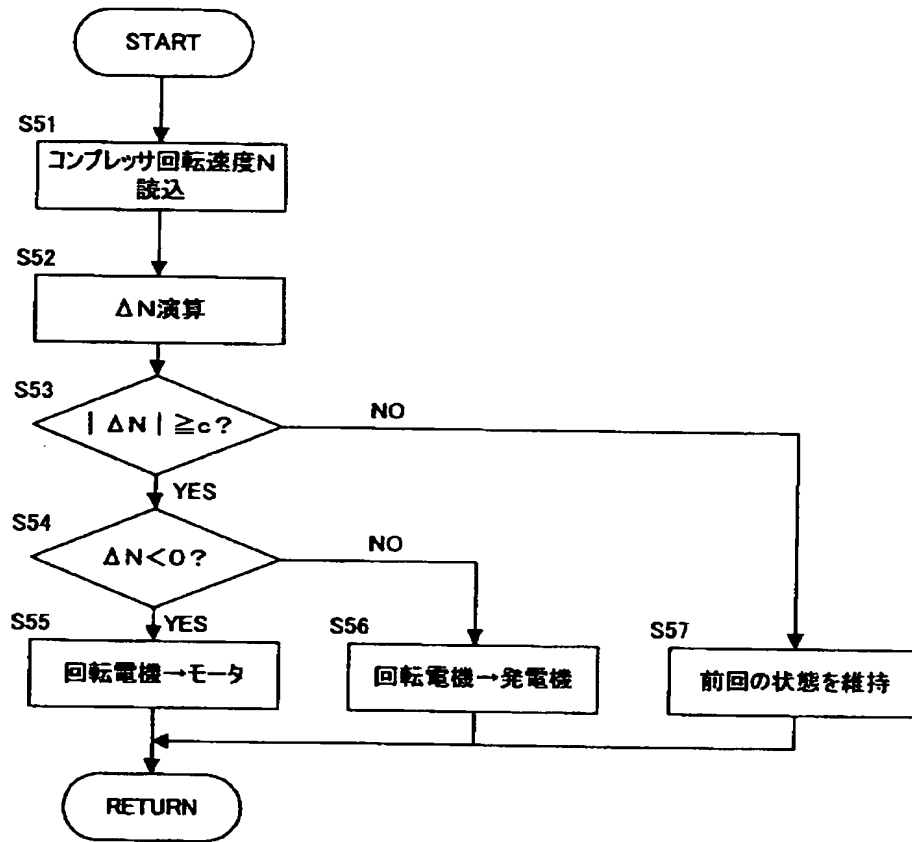
【図9】



【図10】



【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.